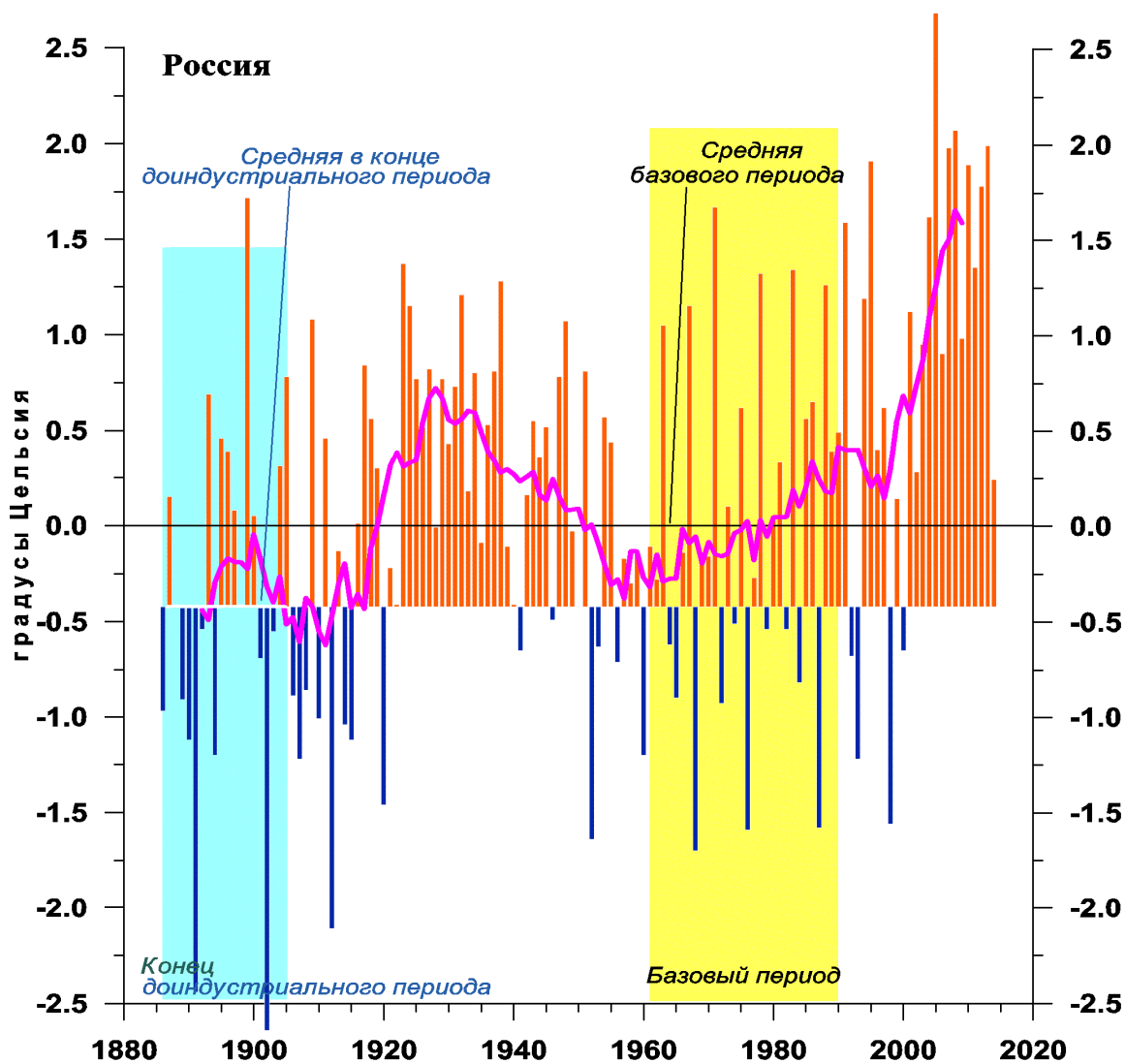


Предварительный

Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2014

ОСЕНЬ: сентябрь – ноябрь

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (осенний сезон).....	6
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2014 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ОСЕННИЙ СЕЗОН.....	15
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2014 гг.....	19
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (осенний сезон) .....	24
ВЫВОДЫ .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности осени 2014г. на территории Республики Беларусь .....	29

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2014 гг. (осень)  
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)*

## ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 258 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюденного значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных наблюдений.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ, рассматриваемые в Бюллетене.

В качестве региональных климатических переменных анализируются регионально осредненные аномалии и индексы экстремальности и аномальности рассматриваемых метеорологических полей.

Регионально осредненные аномалии рассчитываются в два этапа. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой  $2.5^{\circ}$  широты \*  $5.0^{\circ}$  долготы, и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из попавших в эту ячейку стационарных аномалий. Затем выполняется взвешенное осреднение ячейечных средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично, для каждого региона по данным о стационарных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных норм и регионально осредненных аномалий (такая процедура уменьшает смещение средних вследствие пропусков в рядах наблюдений).



**Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации**

Индексы экстремальности климата соответствуют площади под экстремальными аномалиями заданной обеспеченности. Это вероятностные индексы, в основе которых лежат значения эмпирической функции распределения  $F(X_0)$ , соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины  $X_0$  в точках поля или на станциях:  $F(X_0) = P(x \leq X_0)$ . Значение  $F(X_0)$  часто называют вероятностью непревышения значения  $X_0$ , как и обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности непревышения  $F(X_0) \leq \alpha\%$  или  $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$  и  $\alpha\%$  – обеспеченность искомых экстремумов.

Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (предложен Н.А. Багровым), равный среднему квадратическому значению нормированной аномалии температуры (осреднение по площади). Чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы анализируемое состояние климатической системы.

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь\*.

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»\*\* с использованием материалов НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Дополнительная информация по проблеме изменений климата и годовые и сезонные бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

---

\* Раздел подготовлен в рамках программы Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды"

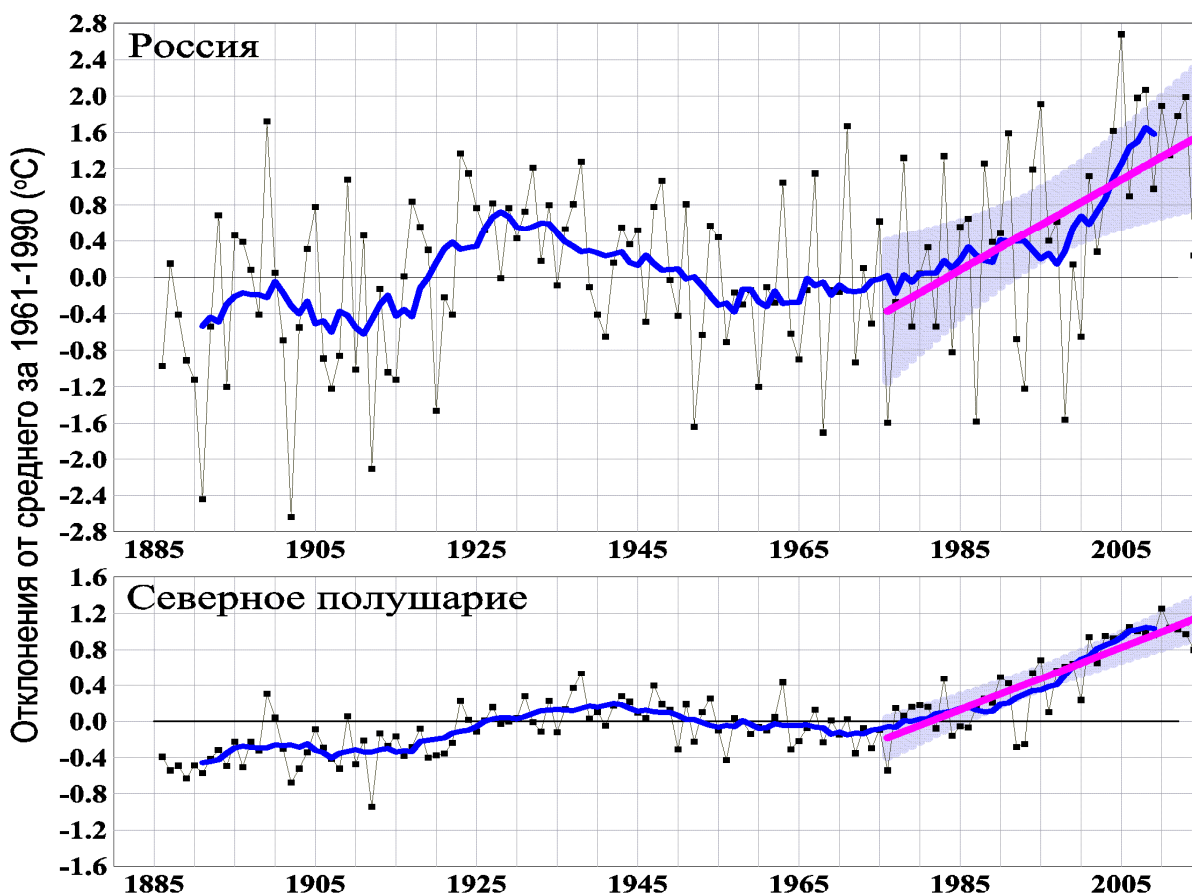
\*\* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: М.Ю. Бардин (руководитель), Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

Информация о засухе и засушливых явлениях подготовлена на основе материалов Центра мониторинга засухи (ЦМЗ) МСГ НГМС СНГ на базе ФГБУ «ВНИИСХМ»: руководитель А.Д. Клещенко, отв.исполнитель Т.В. Хомякова.

## 1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (осенний сезон)

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (осень: сентябрь-ноябрь), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив crut4nh.txt на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2014 гг.

Для характеристики неопределенности оценок трендов приводится 95%-я доверительная полоса Уоркинга-Хотеллинга, представляющая собой область, симметричную относительно м.н.к. - оценки линии тренда, с вероятностью 95% накрывающая истинную линию тренда.



**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (осень: сентябрь-ноябрь) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2014 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2014 гг. Используются данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП летом составила  $+0.7986^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.24^{\circ}\text{C}$ ) – 13-ая по величине положительная аномалия с 1886 г. (Рекордное значение аномалии среднесезонной температуры осенью зафиксировано в 2005 году -  $+1.32^{\circ}\text{C}$ .)

Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила  $+0.24^{\circ}\text{C}$  при величине стандартного отклонения  $0.90^{\circ}\text{C}$  – 63-ая величина в ряду с 1886 г. (42-ая положительная величина в ряду с 1936 г.).

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений осенних температур за период 1976-2014 гг. (современное глобальное потепление) в среднем для СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средних по территории России осенних температур почти в полтора раза больше, чем для средних по Северному полушарию. В последние 8-9 лет наблюдается некоторое замедление потепления, как для Северного полушария, так и для России.

**Таблица 1.1**

Сезонные (осень: сентябрь - ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2014

Регионы	$\nu T_{2014}$	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	0.80	0.24	0.35	69
Россия	0.24	0.90	0.50	26

**Примечание:**  $\nu T$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1961-1990,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

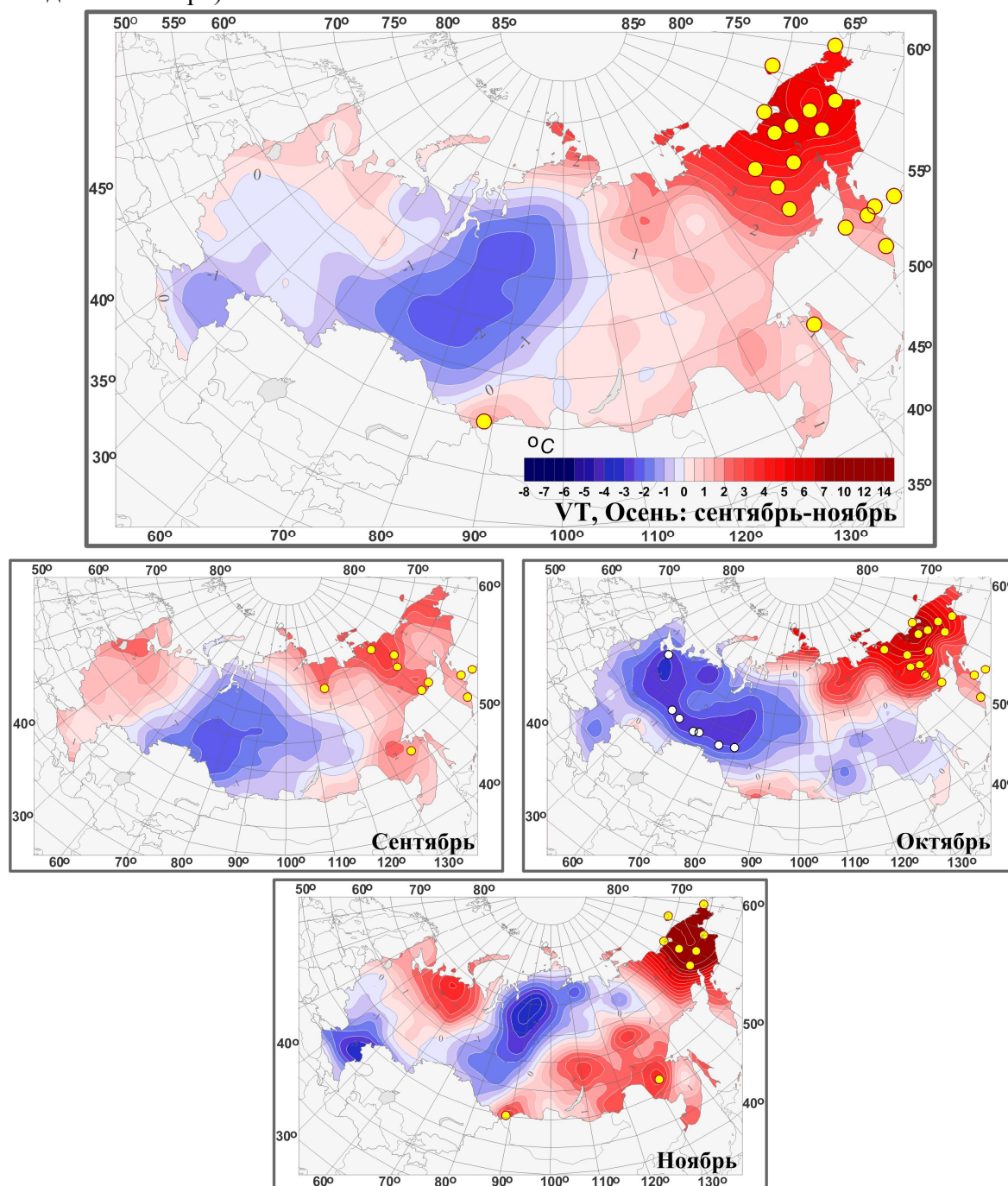
## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСЕНИ 2014 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России осенью 2014 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Осредненная по территории РФ сезонная аномалия  $+0.24^{\circ}\text{C}$  (вероятность непревышения 47.4%). В ЕЧР тепло в северных районах (в Ленинградской, Архангельской областях, в Карелии и в республике Коми). В АЧР тепло на юге Сибирского ФО и в Дальневосточном ФО (осредненная по региону Восточная Сибирь сезонная аномалия  $+2.62^{\circ}\text{C}$  - шестая положительная величина в ряду наблюдений с 1936 г., на большинстве станций северо-востока страны температуры были выше 95-го перцентиля, осенние аномалии до  $+6.1^{\circ}\text{C}$  (на станции Илirianей)).

Холодно в центральных и южных районах ЕЧР, в Уральском ФО и на большей части Сибирского ФО (осредненная по Уральскому ФО аномалия  $-1.24^{\circ}\text{C}$  – так холодно бывает раз в 6 лет).

Такое распределение аномалий сложилось: в ЕЧР – за счет теплого сентября и ноября – в северных районах, и холодного октября (особенно) и ноября – в южных районах; в АЧР – за счет всех месяцев сезона: в восточных районах тепло (особенно, за счет экстремально теплого ноября), в западных районах холодно (особенно, за счет холодного октября).



**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) на территории России осенью 2014 г. Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

**Сентябрь.** Тепло на большей части ЕЧР (за исключением востока Приволжского ФО), максимальные аномалии (до +2.5°C) наблюдались на юге Карелии и в



Ленинградской области. Тепло также в восточных районах АЧР, на многих станциях востока Якутии, в Магаданской области, на Камчатке температура была выше 95-го перцентиля (максимальная аномалия температуры  $+3.2^{\circ}\text{C}$  зафиксирована на станции Среднеколымск). Осредненная по региону Восточная Сибирь аномалия составила  $+1.79^{\circ}\text{C}$  (так тепло в этом регионе бывает раз в 17 лет).

На востоке Приволжского ФО и далее в западных районах АЧР холодно, в Новосибирской, Томской, Омской областях аномалия температуры ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ . Осредненная по региону Западная Сибирь аномалия составила  $-1.63^{\circ}\text{C}$  (так холодно в этом регионе в сентябре бывает раз в 10 лет).

**Октябрь.** На большей части РФ наблюдались температуры ниже нормы. Холодно было на всей ЕЧР (кроме крайнего юга Приволжского ФО), в АЧР до течения Лены холодно всюду (кроме Таймыра, Алтая и Саян), восточнее течения Лены – холодно в южных районах (кроме Приморья и юга Сахалина). Наиболее холодно было на севере ЕЧР (на станции Шенкурск Архангельской области аномалия температуры  $-3.3^{\circ}\text{C}$ ), на Северном Урале (на станции Хоседа-Хард Ненецкого АО аномалия  $-3.6^{\circ}\text{C}$ ), на юге Западной Сибири (на ряде станций Свердловской и Тюменской областей температура была ниже 5-го перцентиля, (аномалии до  $-2.9^{\circ}\text{C}$ )). Осредненная по региону Западная Сибирь октябрьская аномалия  $-1.7^{\circ}\text{C}$ , вероятность непревышения этой аномалии 9.0% – то есть, так холодно бывает здесь раз в одиннадцать лет.

Тепло на Таймыре, в Якутии, на Чукотке и Камчатке, на юге Сибирского ФО (на Алтае и в Саянах). На большинстве станций северо-востока страны температура была выше 95-го перцентиля (наибольшая аномалия зафиксирована на станции Илirianей Чукотского АО -  $+7.5^{\circ}\text{C}$ ). Осредненная по региону Восточная Сибирь октябрьская аномалия  $+2.98^{\circ}\text{C}$  – четвертая положительная величина в ряду.

**Ноябрь.** Тепло в северных районах ЕЧР (особенно, на севере Архангельской области, в республике Коми, аномалии до  $+4.5^{\circ}\text{C}$  (на станции Нарьян-Мар). В АЧР тепло на юге Сибирского ФО, в южных и восточных районах Дальневосточного ФО (на востоке Якутии и на Чукотке аномально тепло, на станциях Чукотки температура была выше 95-го перцентиля, аномалии до  $+10.2^{\circ}\text{C}$  (на станции Марково)).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в южных районах ЕЧР (в Центральном, Приволжском, в Южном и Северо-Кавказком ФО), на Южном Урале, на большей части Западной Сибири, в северных районах Красноярского края и Якутии (аномалии в Таймырском и Эвенкийском АО до  $-4.2^{\circ}\text{C}$  (на станции Волочанка)).

**Атмосферные осадки.** В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки составили 92% нормы.

Сильный дефицит осадков (80%-60%) наблюдался в ЕЧР (исключая Северо-Кавказский ФО), осредненные по ЕЧР осадки 68%: исторический минимум, на многих станциях количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля. Сильный дефицит осадков наблюдался также в районе Байкала, в Приамурье, на Сахалине. На АЧР преобладал избыток осадков, наибольший избыток осадков (120%-150% нормы) наблюдался в Алтайском крае, в горах Забайкалья, в Магаданской области.

Такое распределение осадков сложилось в ЕЧР за счет «сухих» сентября и, особенно, ноября; на АЧР в основном за счет «влажного» октября.

**Сентябрь.** Осредненные по России осадки: 84% нормы - *четвертая* минимальная величина в ряду. Сильный дефицит осадков (20%-80%) наблюдался на большей части ЕЧР (кроме побережья морей Северного Ледовитого океана и Южного и Северо-Кавказского ФО), на ряде станций количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля. Осредненные по ЕЧР осадки 62% нормы – минимальная величина в ряду (также 62% нормы осадков выпало в сентябре 2005 года). Наибольший дефицит в ЕЧР наблюдался в Приволжском ФО – выпало 35% нормы – *третья* минимальная величина в ряду (после рекордного 1974 г. (30%) и 1938 г. (32%)).

В АЧР дефицит осадков (40%-80%) наблюдался в западных районах Западной Сибири, на юге Сибирского ФО, в Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке (на ряде станций вокруг Байкала и Хабаровском крае осадков выпало менее 5-го перцентиля).

Избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался в Южном и Северо-Кавказском ФО, в среднем течении Оби, в бассейне Лены (более двух норм выпало на ряде станций Забайкалья), на Чукотке, в Приморье.

**Октябрь.** Осредненные по РФ осадки 109% нормы, вероятность превышения 71.8% - то есть, такие осадки случаются раз в 3-4 года.

Избыток осадков наблюдался в центральных районах ЕЧР, и далее, на Южном и Среднем Урале, в центральных и южных районах Западной и Средней Сибири (кроме района Байкала), на большей части Дальневосточного ФО. Наиболее сильный избыток осадков (выпало две – две с половиной нормы) наблюдался в южных районах Сибири (от Урала до Алтая, захватывая прилегающие северные и восточные территории соседнего Казахстана), на большинстве станций количество выпавших осадков превысило 95-ый перцентиль. Осредненные по региону Западная Сибирь октябрьские осадки 143% нормы – максимальная величина в ряду наблюдений; по региону Восточная Сибирь - 137% нормы – четвертая величина в ряду.

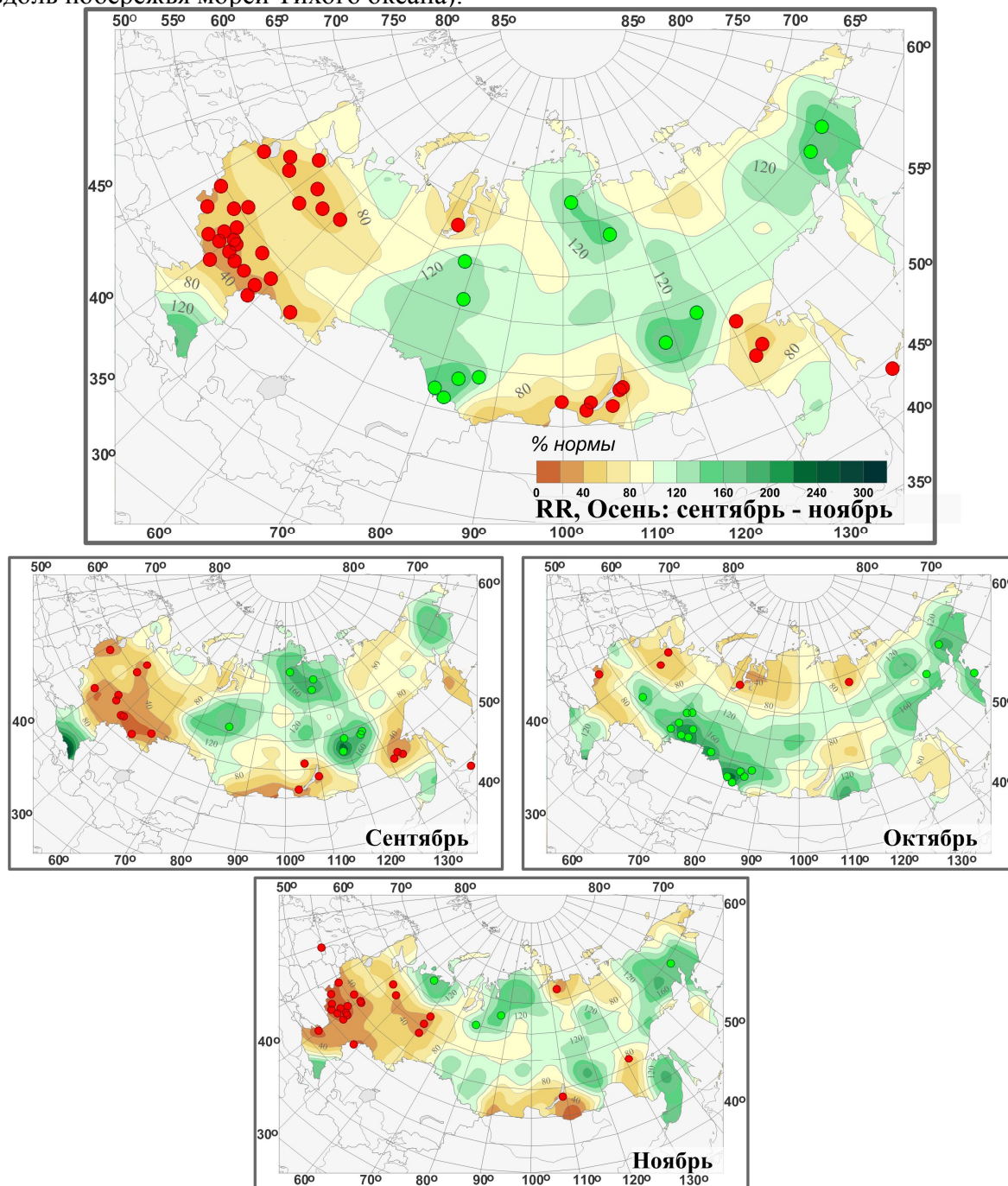
Избыток осадков (до полутора норм) наблюдался также в Южном и Северо-Кавказском ФО.

Дефицит осадков (80%-40%) наблюдался в северных районах страны (в Северо-Западном ФО, на севере Уральского, Сибирского и Дальневосточного ФО). В ЕЧР дефицит осадков наблюдался также на юге Центрального ФО и на юге Приволжского ФО. На ряде станций количество выпавших осадков было менее 5-го перцентиля. Наименьшее количество осадков наблюдалось на западе ЕЧР (в Брянской области на станции Трубчевск выпало лишь 12% нормы), в дельте Оби (на станции Новый Порт Ямало-Ненецкого АО выпало 32% нормы). Дефицит осадков (менее 80%) наблюдался также в районе Байкала, в Приморье.

**Ноябрь.** Осредненные по РФ осадки 83% нормы, вероятность превышения 20.5% - то есть, такие «сухие условия» случаются раз в 5 лет. Сильный дефицит осадков (80%-20%) наблюдался в ЕЧР (осредненные по ЕЧР осадки 53% нормы - третья минимальная величина в ряду; наиболее сильный дефицит осадков наблюдался в Центральном и Приволжском ФО: на многих станциях количество выпавших осадков было менее 5-го перцентиля), на Среднем и Южном Урале. Дефицит осадков (80%-

40%) наблюдался на юге Сибири (от Алтая до гор Забайкалья), в Амурской области, на севере Якутии, на востоке Чукотки.

Избыток осадков (местами до полутора – двух норм) наблюдался на севере Архангельской области и в республике Коми, а также на большей части АЧР (наибольшее количество осадков выпало в низовьях Оби и Енисея, в горах Забайкалья, вдоль побережья морей Тихого океана).



**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России осенью 2014 (сентябрь – ноябрь). Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии

температуры и осадков, рассчитанные по значениям стационарных аномалий осеннего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и федеральных округов (рис.2) Российской Федерации.

Для осадков (табл. 2.2) дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах (о процедуре регионального осреднения см. во введении). Из-за выраженной асимметрии распределения осадков для характеристики масштаба аномалий разного знака приводятся величины разности между медианой и первым квартилем (25-й процентиль, т.е. точка, отсекающая 1-ю четверть распределения) функции распределения для характеристики величины дефицита осадков, а для оценки величины избытка осадков - разности между третьим квартилем и медианой, рассчитанные для базового периода. (приводится также величина аномалии, соответствующая медиане распределения, что позволяет судить о величине асимметрии). Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2013 годы.

Временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ представлены в Разделе 4.

Как уже отмечалось выше, осень для России в целом (см. табл. 2.1) была близка к климатической норме, аномалия температуры  $+0.24^{\circ}\text{C}$  – вероятность неперевышения этой величины 47.4%. Самым теплым был ноябрь (см. табл. 2.1.1): аномалия  $+0.82^{\circ}\text{C}$  (очень тепло в восточных регионах страны: в Приамурье и Приморье и в Восточной Сибири – так тепло бывает здесь раз в пять лет). Тепло в этих регионах было также в сентябре, а в Восточной Сибири тепло было и в октябре (октябрьская аномалия температуры  $+2.98^{\circ}\text{C}$  – четвертая положительная величина в ряду). Октябрь – холодный месяц в сезоне (осредненная по РФ аномалия  $-0.36^{\circ}\text{C}$ ). Холодно во всех регионах (кроме Восточной Сибири), наиболее холодные условия сформировались в регионах: Европейская часть России, Западная Сибирь – так холодно в этих регионах бывает приблизительно раз в девять - одиннадцать лет.

Количество осадков осенью (табл. 2.2) в регионе Россия в целом составило 92% нормы. Сильный дефицит осадков наблюдался на ЕЧР (68% нормы – исторический минимум), особенно сильный дефицит осадков наблюдался осенью в Северо-Западном ФО и Центральном ФО: 70 и 51% нормы – вторая и третья минимальные величины в рядах.

Из месяцев следует отметить экстремально «сухой» сентябрь – осредненные по РФ осадки: 84% нормы – четвертая минимальная величина в ряду (сильный дефицит осадков наблюдался во всех регионах (кроме Средней Сибири), и особенно в ЕЧР: 62% нормы минимум в ряду (как и в 2005 году)). Дефицит осадков в ЕЧР наблюдался также в октябре и в ноябре (особенно): 53% нормы – третья минимальная величина в ряду.

В октябре сильный избыток осадков наблюдался в регионах: Западная Сибирь и Восточная Сибирь – выпало 143% и 137% нормы – максимальная и четвертая величина в ряду.

**Таблица 2.1**

Регионально осредненные аномалии температуры осенью 2014 г.

Регионы	$\nu T_{2014}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	0.24	0.90	47.4
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	-0.20	1.04	34.6
Западная Сибирь	-1.27	1.54	16.7
Средняя Сибирь	-0.09	1.80	39.7
Прибайкалье и Забайкалье	0.31	1.23	57.7
Приамурье и Приморье	1.11	0.89	82.1
Восточная Сибирь	2.62	0.94	93.6
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	0.30	1.24	46.2
Центральный	-0.07	1.13	42.3
Приволжский	-0.51	1.25	29.5
Южный	-0.88	1.05	23.1
Северо-Кавказский	-0.40	0.85	37.2
Уральский	-1.24	1.64	16.7
Сибирский	-0.55	1.49	25.6
Дальневосточный	1.75	1.01	92.3

*Примечание:* 1. Аномалии  $\nu T_{2014}$  (°C) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  (°C) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности непревышения  $P(t \leq T_{2014})$  рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

**Таблица 2.1.1**

Регионально осредненные аномалии температуры в осенние месяцы.

Регионы	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	$\nu T_{2014}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$	$\nu T_{2014}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$	$\nu T_{2014}$	$S_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	0.24	0.59	55.1	-0.36	1.26	20.5	0.82	1.88	69.2
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	0.90	1.24	64.1	-1.52	1.75	12.8	0.04	1.80	52.6
Западная Сибирь	-1.63	1.29	10.3	-1.70	2.03	9.0	-0.52	3.63	42.3
Средняя Сибирь	-0.44	1.00	28.2	-0.15	2.77	35.9	0.33	3.70	52.6
Прибайкалье и Забайкалье	-0.31	0.93	29.5	-0.45	1.65	26.9	1.67	2.56	73.1
Приамурье и Приморье	1.33	0.85	84.6	-0.39	1.24	26.9	2.33	1.99	82.1
Восточная Сибирь	1.79	0.97	93.6	<b>2.98</b>	<b>1.36</b>	<b>96.2</b>	3.06	2.02	80.8
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	1.35	1.41	75.6	-2.04	1.95	15.4	1.68	2.62	67.9
Центральный	1.25	1.44	74.4	-1.18	1.83	26.9	-0.30	1.97	39.7
Приволжский	0.28	1.49	50.0	-1.33	2.01	15.4	-0.48	2.04	46.2
Южный	0.66	1.28	62.8	-1.17	1.81	19.2	-2.10	1.59	20.5
Северо-Кавказский	1.00	1.12	74.4	-0.98	1.61	17.9	-1.23	1.33	21.8
Уральский	-1.42	1.38	14.1	-2.17	2.41	7.7	-0.19	4.05	47.4

Сибирский	-1.05	1.03	14.1	-0.79	1.87	16.7	0.22	3.25	52.6
Дальневосточный	1.31	0.83	84.6	1.55	1.23	75.6	2.34	2.00	79.5

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков осенью 2014 г.

Регионы	$vR_{2014}$	$RR_{2014}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	-3.5	92	0.3	2.2	2.1	12.8
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	<b>-16.5</b>	<b>68</b>	<b>0.4</b>	<b>5.9</b>	<b>4.4</b>	<b>0.0</b>
Западная Сибирь	5.2	112	0.4	3.0	2.1	88.5
Средняя Сибирь	3.4	110	0.0	2.1	1.8	76.9
Прибайкалье и Забайкалье	-2.4	91	-0.3	2.5	3.5	17.9
Приамурье и Приморье	-8.0	86	-0.2	5.1	8.0	15.4
Восточная Сибирь	2.7	107	-1.6	1.9	5.2	64.1
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	<b>-16.9</b>	<b>70</b>	<b>0.0</b>	<b>3.6</b>	<b>3.0</b>	<b>1.3</b>
Центральный	<b>-25.4</b>	<b>51</b>	<b>-2.7</b>	<b>5.0</b>	<b>12.9</b>	<b>2.6</b>
Приволжский	-18.6	62	0.7	7.5	4.9	7.7
Южный	-11.6	73	-1.3	5.9	8.2	12.8
Северо-Кавказский	9.1	117	-0.2	6.7	8.3	65.4
Уральский	0.4	101	-0.8	4.5	5.3	57.7
Сибирский	2.7	108	0.2	2.0	2.5	67.9
Дальневосточный	0.9	102	0.2	2.6	2.7	52.6

**Примечание:** 1. Аномалии  $vR_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2014}$  - отношение  $R_{2014}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  - соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности превышения  $P(r \leq R_{2014})$  - рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Таблица 2.2.1

Регионально осредненные аномалии осадков в осенние месяцы.

Регионы	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	$vR_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$	$vR_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$	$vR_{2014}$	$RR_{2014}$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	<b>-8.3</b>	<b>84</b>	<b>3.8</b>	3.6	109	71.8	-5.7	83	20.5
<b>Физико-географические регионы России</b>									
Европейская часть России	<b>-20.8</b>	<b>62</b>	<b>1.3</b>	-4.9	90	20.5	<b>-23.2</b>	<b>53</b>	<b>2.6</b>
Западная Сибирь	-2.3	95	38.5	<b>18.4</b>	<b>143</b>	<b>100.0</b>	-1.1	97	47.4
Средняя Сибирь	9.9	124	88.5	-1.1	97	32.1	1.7	106	69.2
Прибайкалье и Забайкалье	-5.3	88	28.2	1.2	106	52.6	-3.4	80	12.8
Приамурье и Приморье	-22.6	75	17.9	-5.9	88	34.6	4.1	114	67.9
Восточная Сибирь	-10.3	77	15.4	<b>14.0</b>	<b>137</b>	<b>96.2</b>	4.6	114	75.6
<b>Федеральные округа РФ</b>									
Северо-Западный	<b>-21.7</b>	<b>65</b>	<b>3.8</b>	-15.7	73	15.4	-11.9	76	17.9
Центральный	-29.2	47	6.4	-12.3	75	15.4	<b>-35.8</b>	<b>30</b>	<b>1.3</b>
Приволжский	<b>-32.0</b>	<b>35</b>	<b>2.6</b>	4.5	109	53.8	<b>-28.4</b>	<b>39</b>	<b>3.8</b>
Южный	-2.8	93	51.3	0.5	101	44.9	-31.9	36	6.4
Северо-Кавказский	25.8	148	88.5	7.3	113	55.1	-5.9	89	39.7

Уральский	-5.1	90	28.2	13.4	130	83.3	-7.5	79	32.1
Сибирский	-1.0	98	38.5	7.8	124	91.0	0.9	103	57.7
Дальневосточный	-5.7	90	25.6	4.8	113	76.9	3.6	113	79.5

### 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ОСЕННИЙ СЕЗОН

В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е, с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2014 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для осеннего сезона в целом и для каждого из месяцев осени.

Оценки получены по стационарным временным рядам аномалий в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков осеннего сезона на территории России с 1976 г.

Среднесезонные осенние температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале (до  $+0.7^{\circ}\text{C}/10$  лет), в Восточной Сибири ( $+0.6^{\circ}\text{C}$  -  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет, за счет октября и ноября).

В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный (до  $+0.2^{\circ}\text{C}/10$  лет за счет уменьшения температуры здесь в ноябре (до  $-0.7^{\circ}\text{C}/10$  лет в центре области).

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от  $+0.4^{\circ}\text{C}$  до  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.7^{\circ}\text{C}/10$  лет.

На большей части страны осенью (рис. 3.2) тенденции к изменению выпадений осадков не обнаруживаются. Тенденция к увеличению осадков осенью (около  $+5\text{мм}/10$  лет) просматривается в восточных районах страны – здесь во все месяцы сезона наблюдаются районы, где происходит рост осадков (более  $+10\text{ мм}/10$  лет). Кроме того, тенденция к увеличению осадков (более  $+10\text{ мм}/10$  лет) наблюдается в октябре западе и юге европейской части РФ.

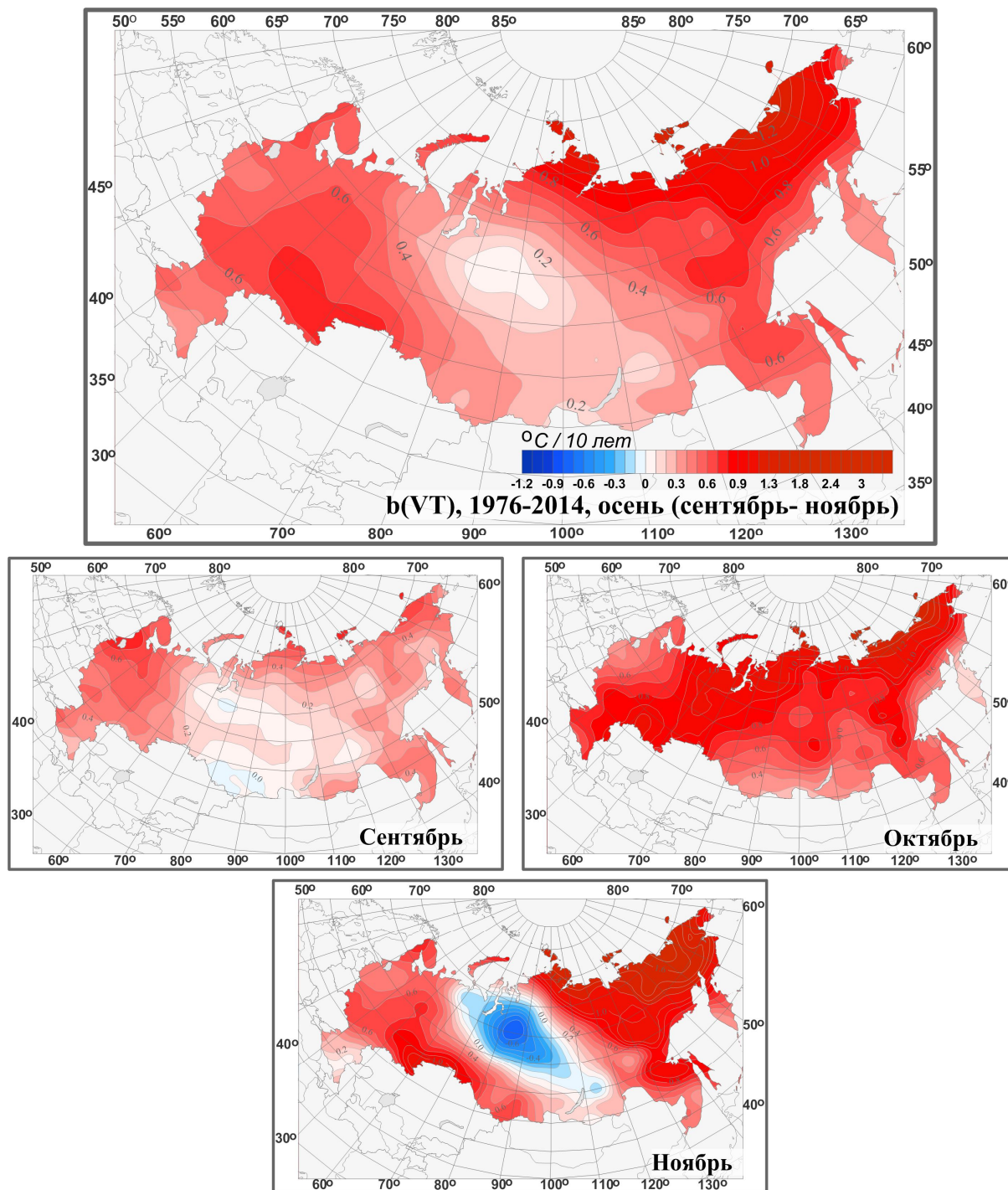
**Таблица 3.1**

Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за осенний сезон, за 1976-2014 гг.

***b** – коэффициенты линейного тренда, **D** - вклад тренда в дисперсию ряда.*

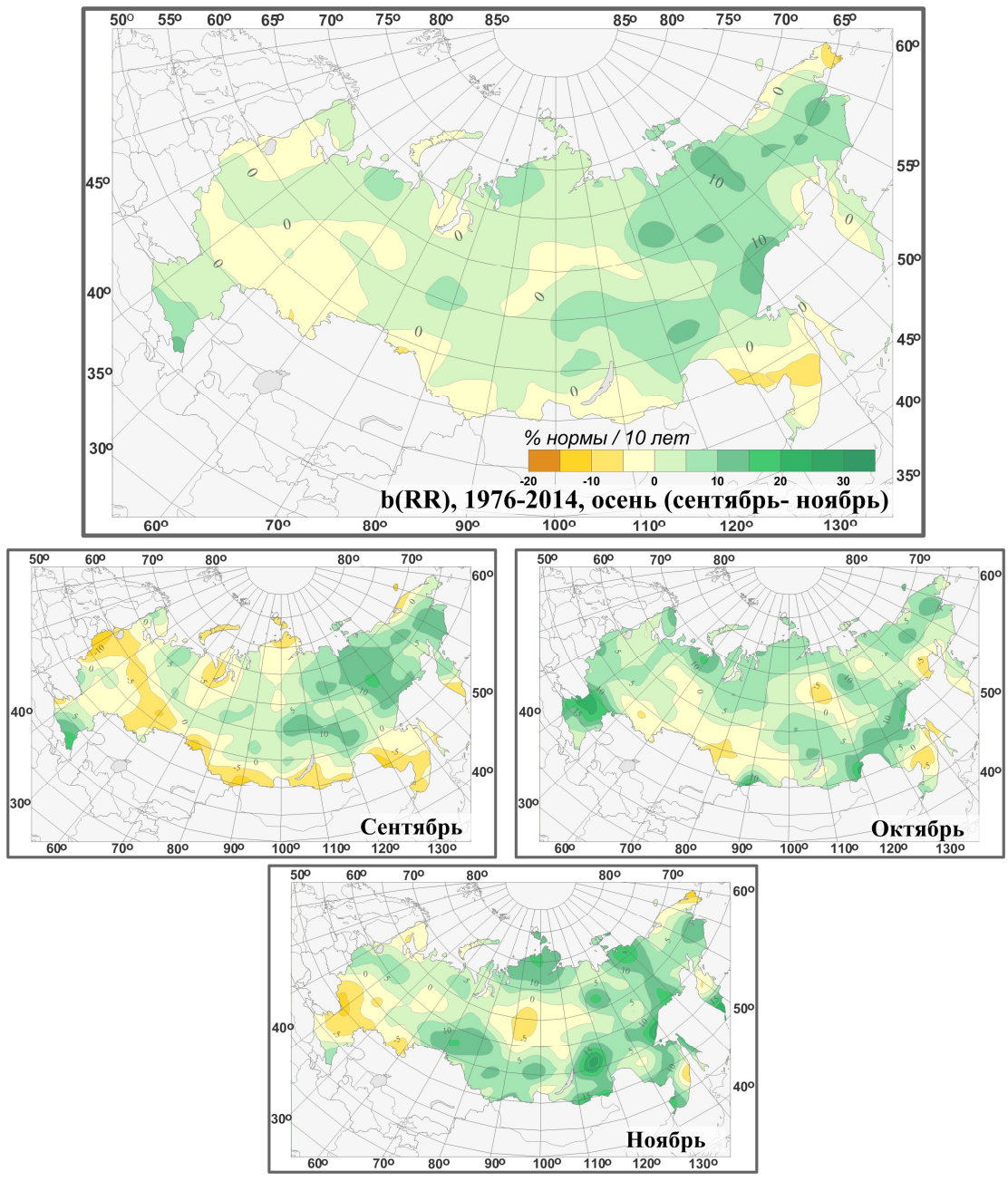
Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
<b>Осень</b>	0.50	26	0.8	8
Сентябрь	0.29	20	0.1	0
Октябрь	0.69	30	1.4	8
Ноябрь	0.53	8	0.9	4

Уменьшение осадков осенью наблюдается в центре ЕЧР (небольшое - не менее -5мм/10 лет, за счет сентября и ноября), а в Приамурье (около -5мм/10 лет, за счет сентября и октября). Тенденция к уменьшению осадков наблюдается также в октябре - на Южном Урале и юге Западной Сибири (менее -5 мм/10 лет), в ноябре - в центре АЧР (около -5 мм/10 лет).

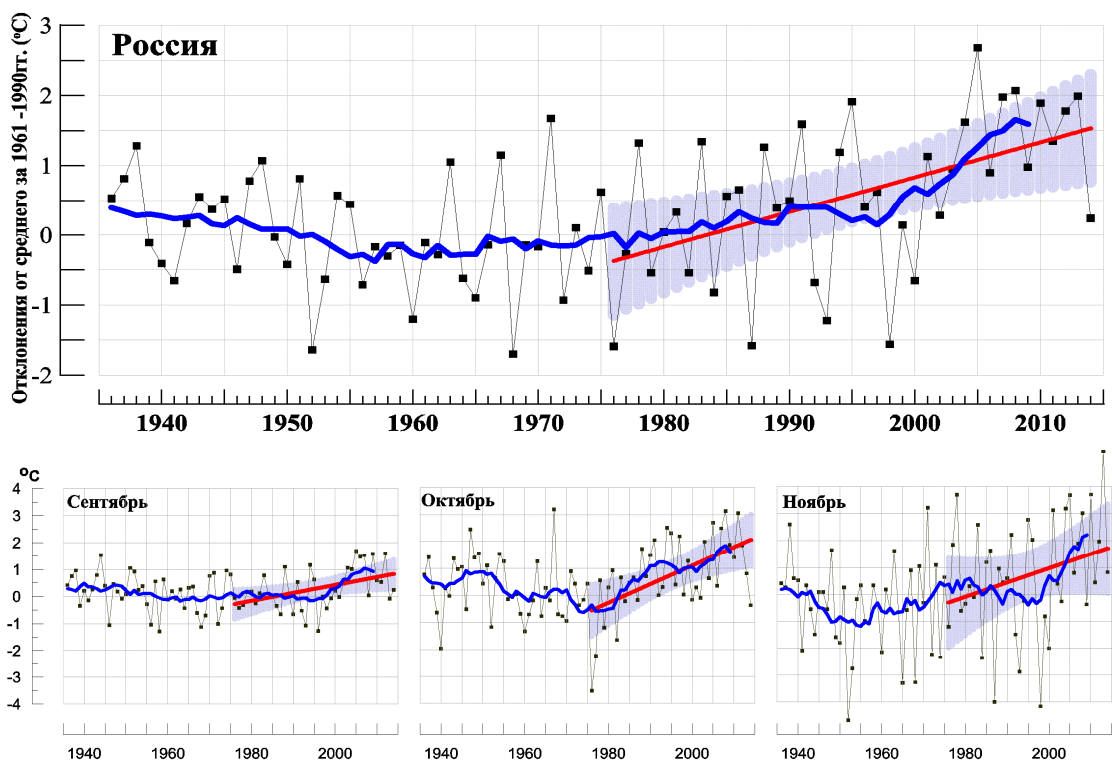


**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (осень)

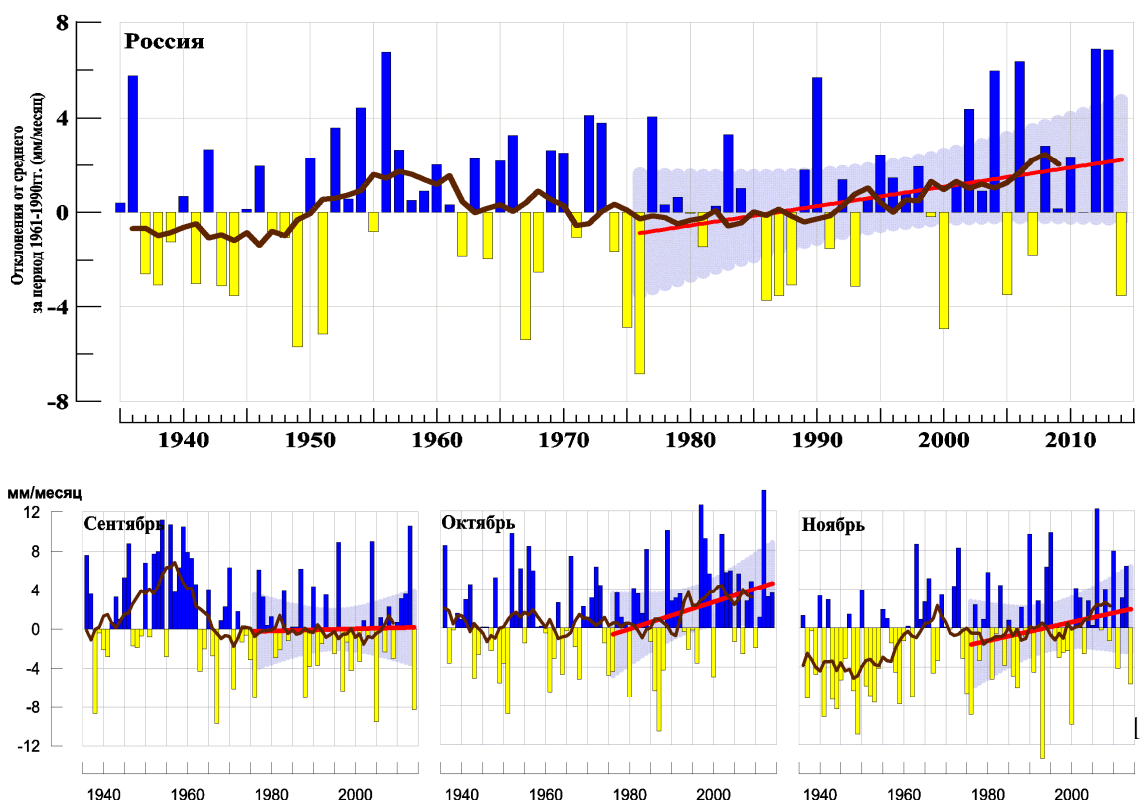




**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (осень).



**Рисунок 3.3** – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненная по территории РФ. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.



**Рисунок 3.4** – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

#### 4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ОСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2014 гг.

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) осеннего сезона за 1936 – 2014 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2014 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

**Таблица 4.1**

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2014 гг. (осенний сезон),

*$b$  – коэффициенты линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию ряда.*

Регионы	Температура		Осадки		
	$b$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D$ , %	$b$ мм/мес/10 лет	$b$ , %/10 лет	$D$ , %
Россия	0.50	26	0.8	1.9	8
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.59	27	0.2	0.4	0
Западная Сибирь	0.38	7	0.6	1.3	2
Средняя Сибирь	0.37	6	1.2	3.6	17
Прибайкалье и Забайкалье	0.27	7	0.9	3.2	5
Приамурье и Приморье	0.53	37	0.0	0.0	0
Восточная Сибирь	0.76	40	2.0	5.4	18
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.56	20	0.4	0.7	0
Центральный	0.60	25	0.2	0.5	0
Приволжский	0.67	25	-0.9	-1.7	1
Южный	0.53	20	1.0	2.4	1
Северно-Кавказский	0.43	15	2.2	4.0	4
Уральский	0.40	7	0.8	1.8	2
Сибирский	0.28	5	0.7	2.1	5
Дальневосточный	0.65	41	1.3	3.3	17

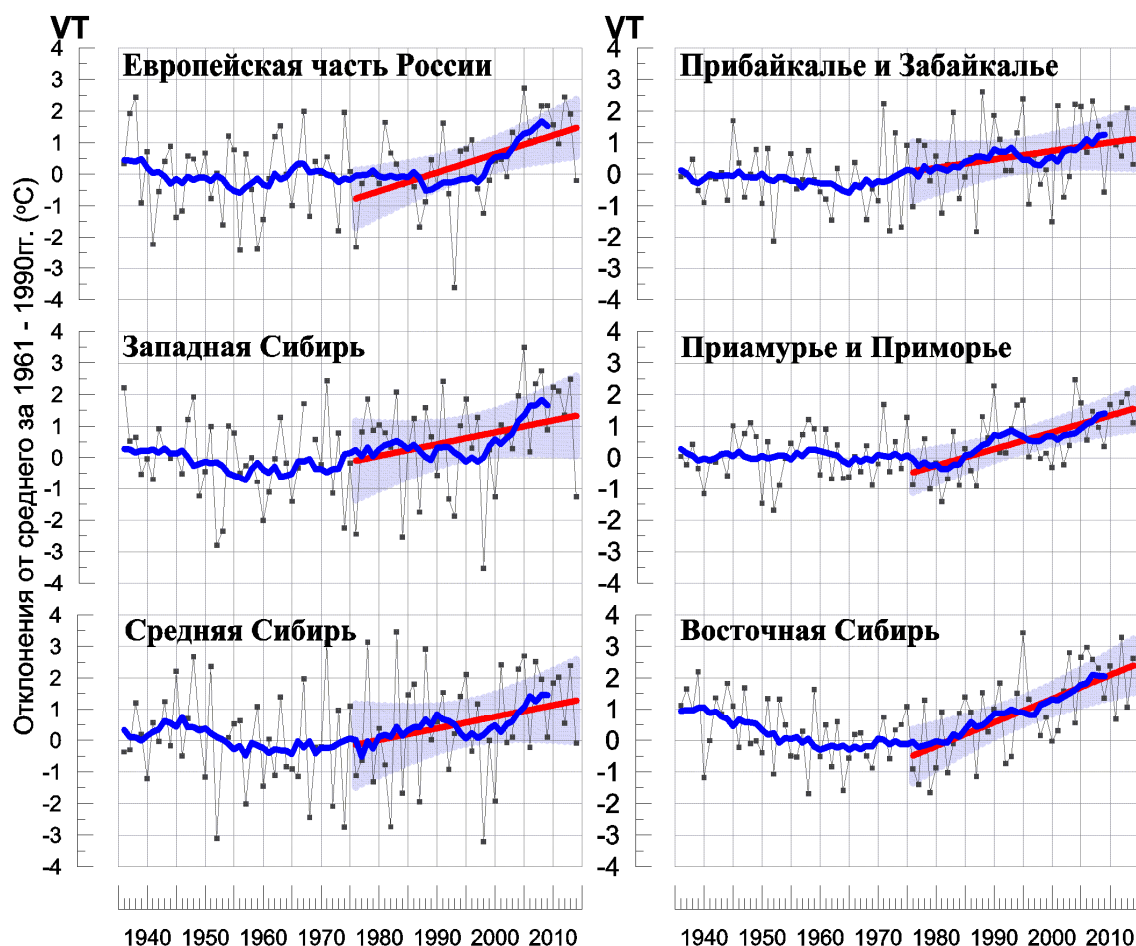
Основная особенность изменения осенней температуры (рис. 4.1, 4.2) – рост температуры наблюдается во всех регионах. Но начало роста во всех регионах разный: в Европейской части России и в Западной Сибири – конец 1990-х гг., в Средней Сибири

и в Восточной Сибири – середина 1970-х гг., в Прибайкалье и Забайкалье – середина 1960-х гг., в Приамурье и Приморье – середина 1980-х гг.. Во всех регионах, начиная с 2000-х, заметно замедление роста температуры (сглаженная кривая на рис. 4.1 и 4.2).

Наиболее заметен рост температуры в Европейской части России, в Приамурье и Приморье и в Восточной Сибири (превышает полградуса за 10 лет). В этих регионах, вклад тренда в дисперсию ряда позволяет говорить о значимости тенденции увеличения температуры на 1% уровне.

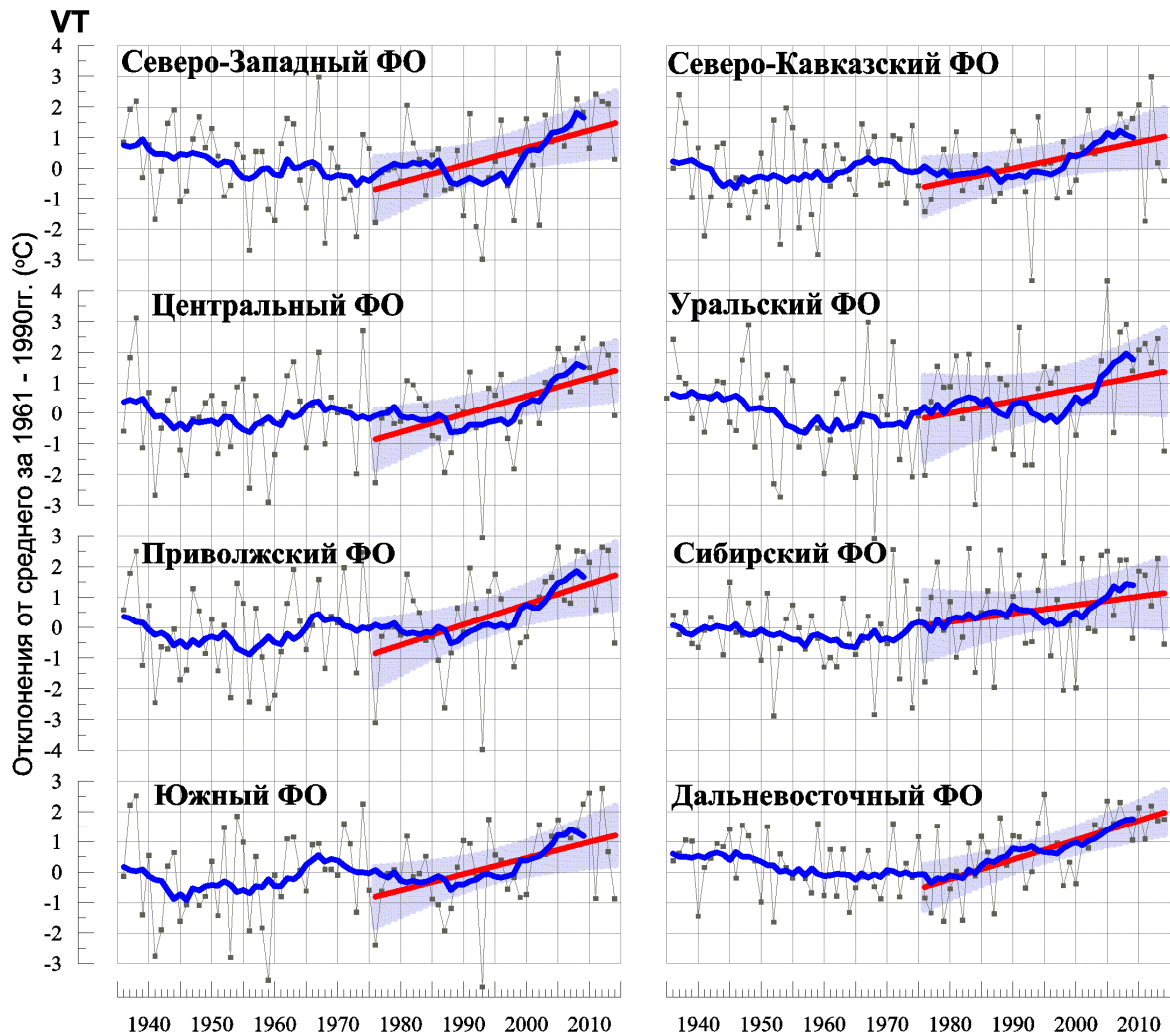
Монотонная тенденция изменения осадков (рис. 4.3, 4.4) за период современного потепления (с 1976 г.) прослеживается в регионах: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь (Дальневосточный ФО), где наблюдается увеличение осадков и тренд значим на уровне 5%. Значительный рост осадков осенью происходит в регионе Восточная Сибирь (тренд +2.0 мм/10 лет (5.4%/10 лет) объясняет 18% изменчивости ряда).

В Приволжском ФО наблюдается небольшое уменьшение осадков за период 1976-2014гг., но тренд не значим.

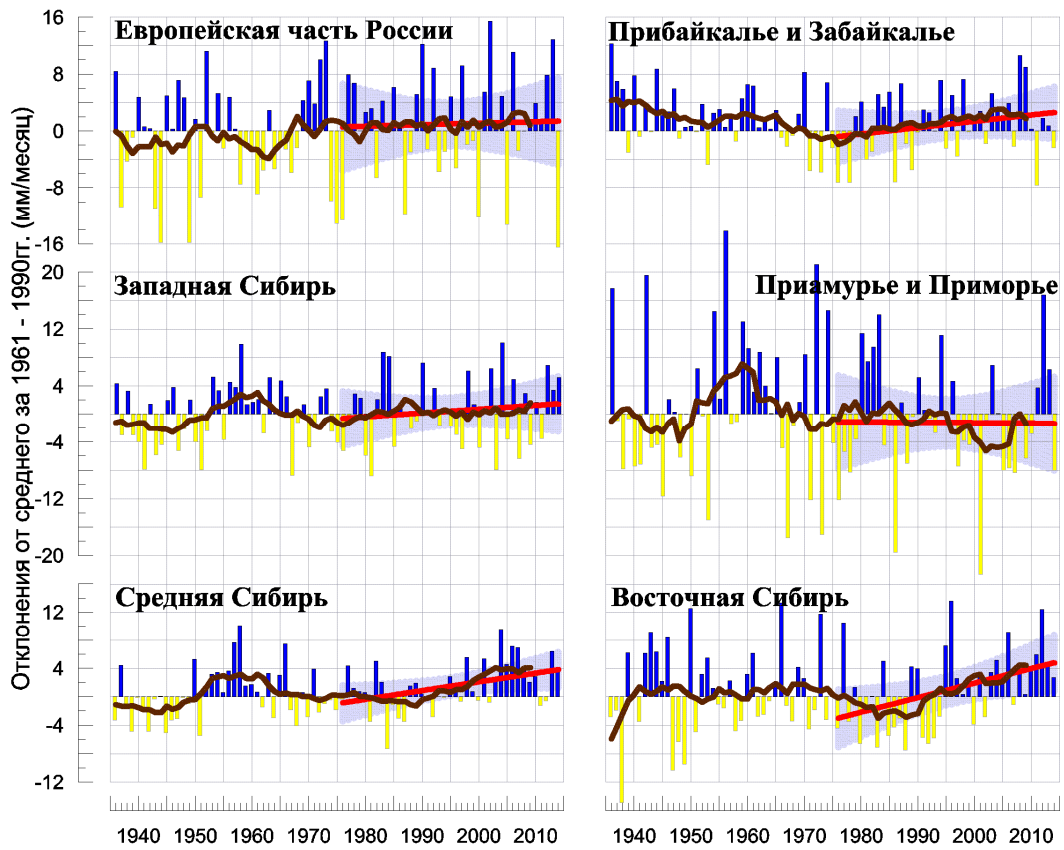


**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (осень).

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*

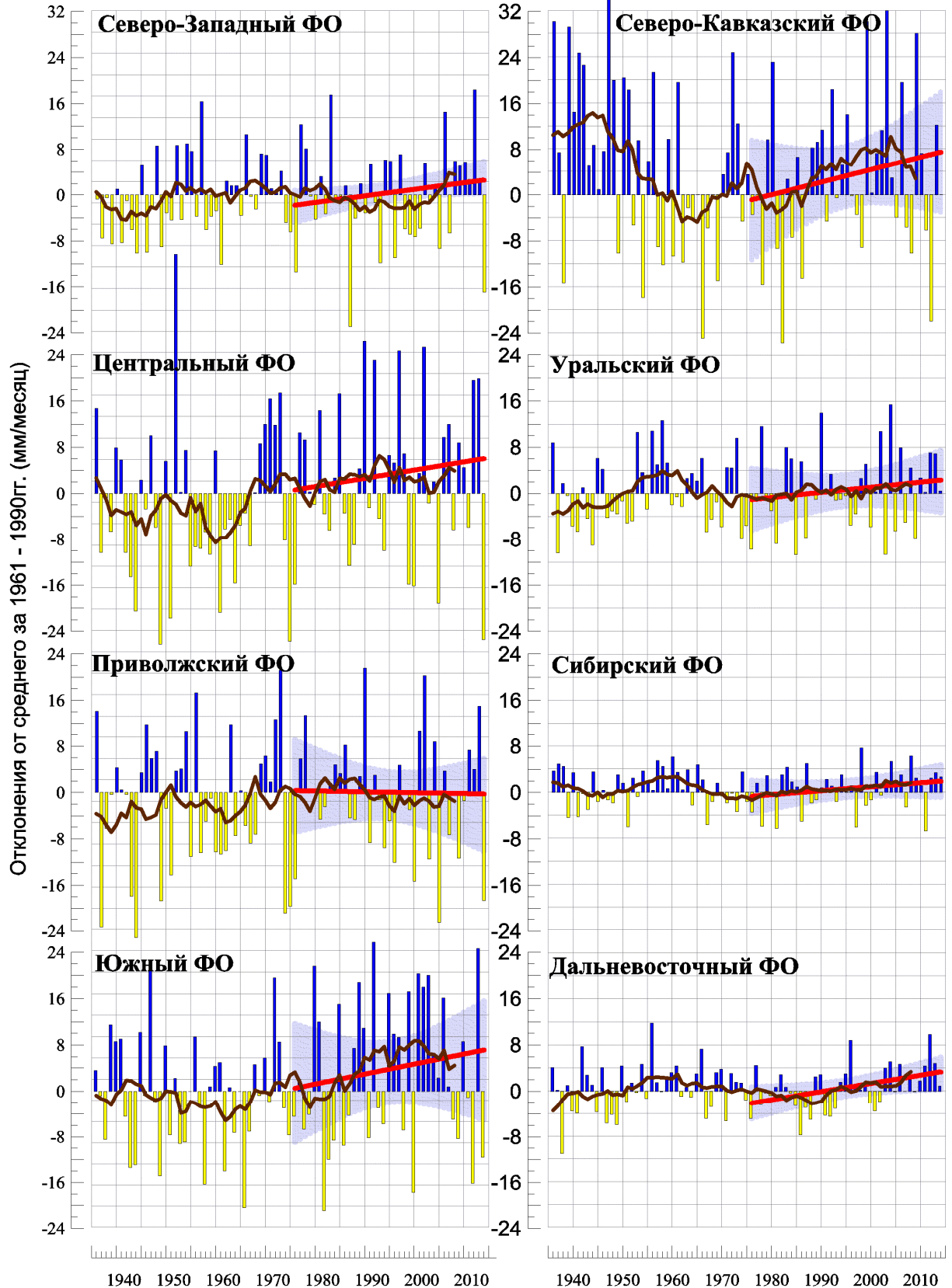


**Рисунок 4.2** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень). Условные обозначения см. на рис. 4.1



**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (осень).  
*Условные обозначения см. на рис. 4.1.*

VR



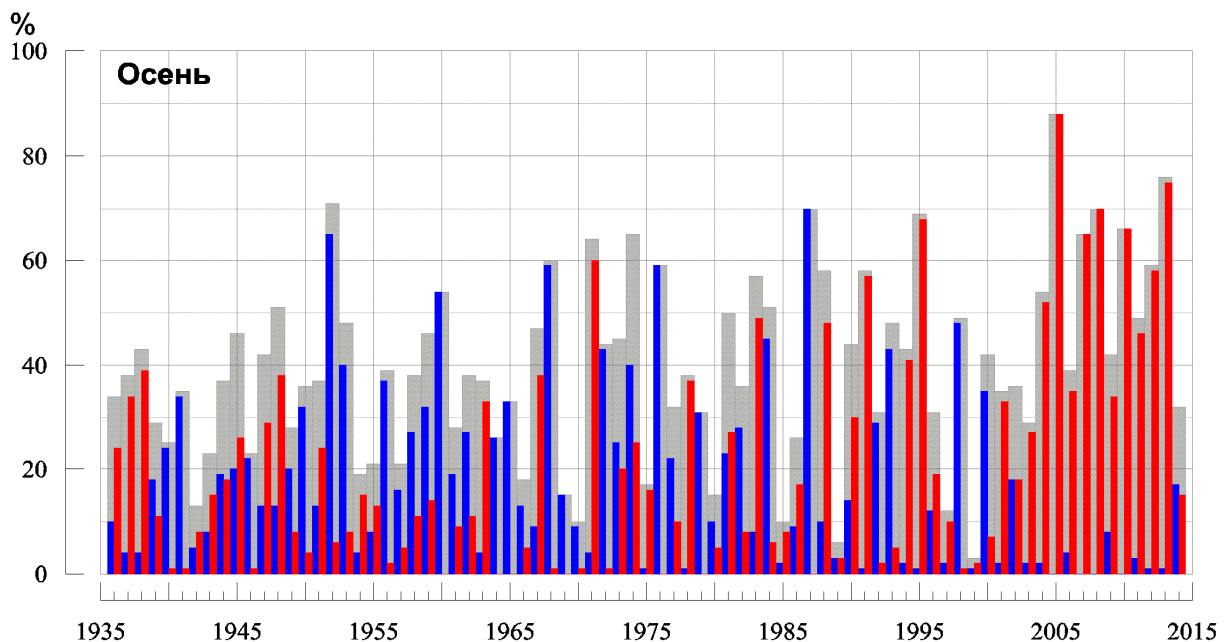
**Рисунок 4.4** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (осень). *Условные обозначения см. на рис. 4.1.*

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (осенний сезон)

В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для осеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2014 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности непревышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Осенью 2014 гг. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными положительными аномалиями составляла 15%, отрицательными аномалиями - 17%. С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под крупными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2014 составляет 11.8% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 27%).

На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения).



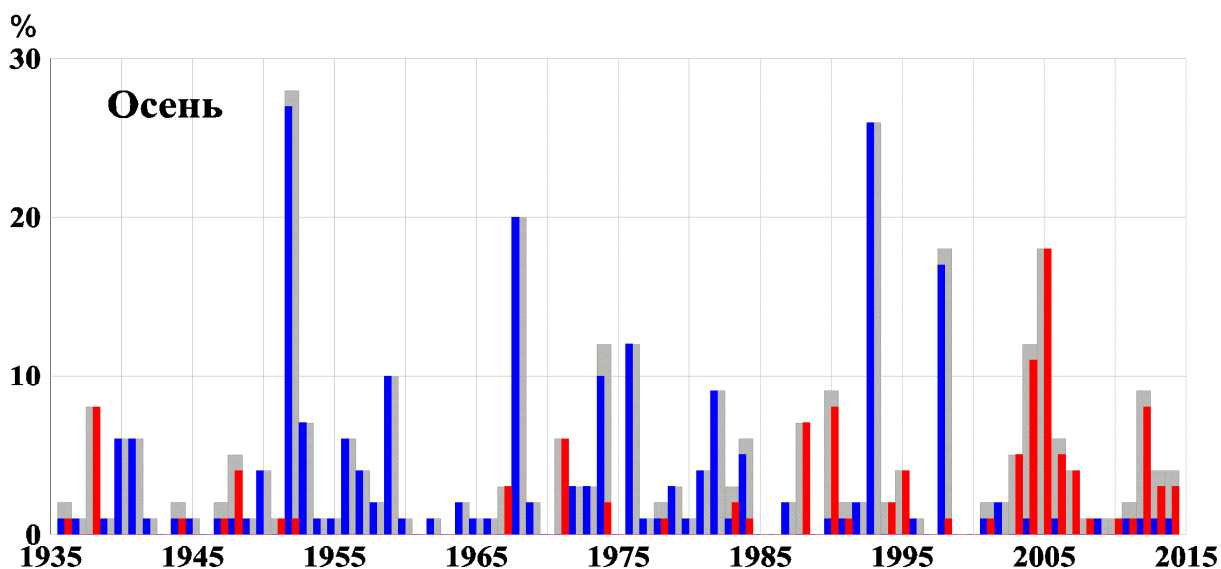
**Рисунок 5.1** – Доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями температуры, 1936-2014 гг. (осень):



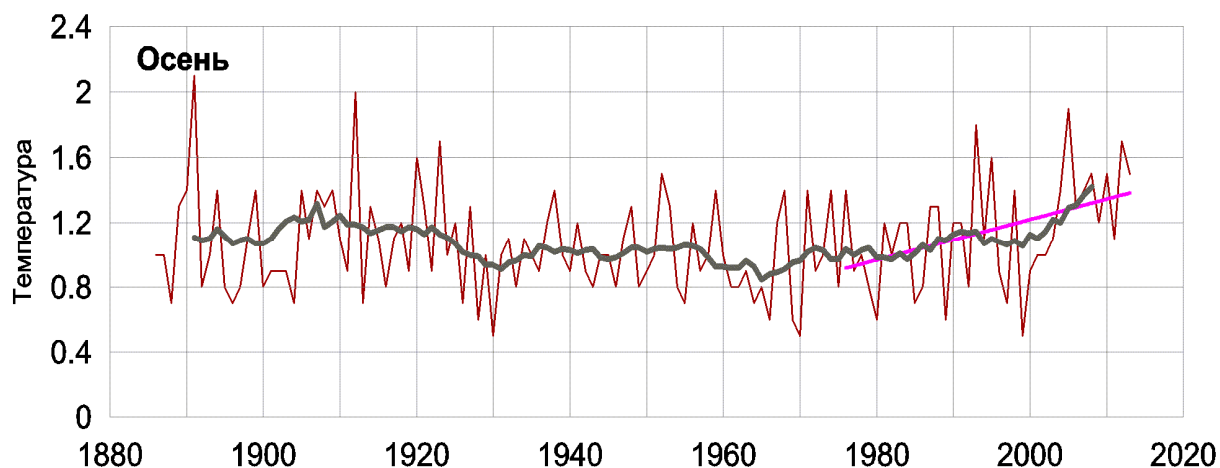
■ ниже 20-го перцентиля, ■ выше 80-го перцентиля,  
■ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

Осенью 2014 года доля площади под экстремальными положительными аномалиями составила 3%, под отрицательными – 1% площади страны. Наиболее экстремальные теплые осенние сезоны наблюдались: в 2004 г. (11% площади занято экстремальными аномалиями), в 2005 (18% - наиболее экстремально жаркий осенний сезон), в 2012 (8%), в 1990 (8%), в 1938 (8%). Экстремально холодные осенние сезоны наблюдались: в 1952 (27% площади занято экстремальными аномалиями, наиболее экстремально холодный осенний сезон), в 1968 (20%), в 1976 (12%), в 1982 (9%), в 1993 (26%), в 1998 (17%, это последний год, когда экстремумы холода преобладали).

С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается некоторое увеличение площади под экстремальными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2014 составляет 1.2% (доля объясненной трендом дисперсии ряда 12%).



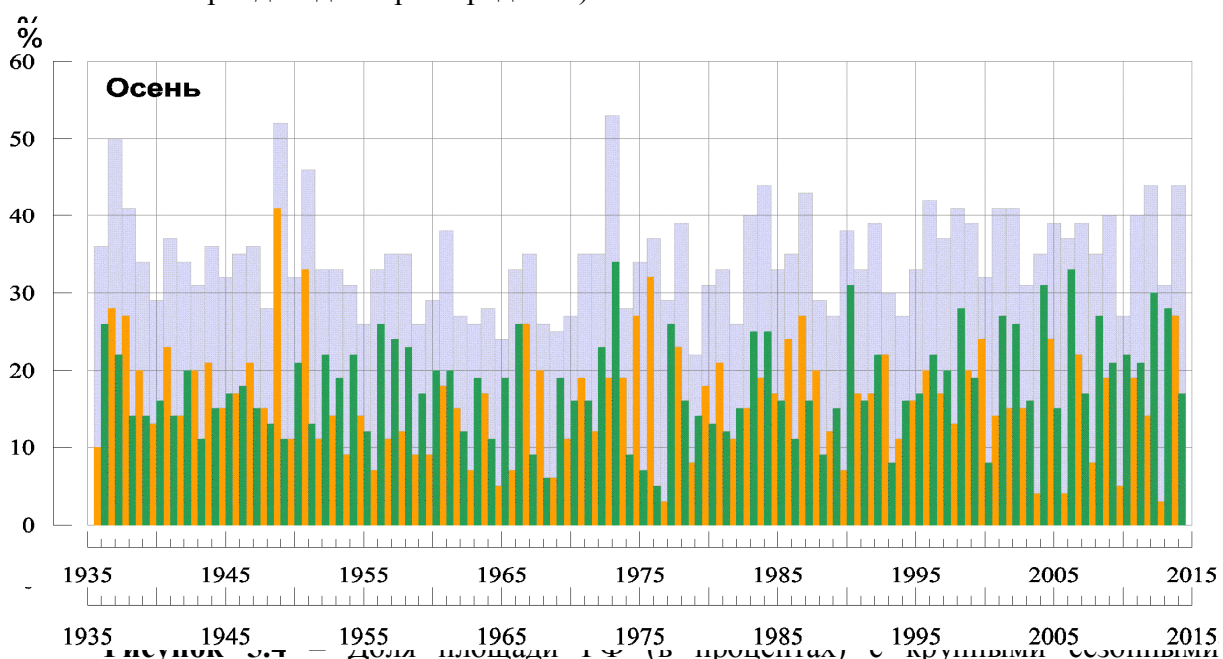
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры осенью, 1936-2014 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России осенью 1886-2014 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с начала 1980-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в осенний сезон растет – тренд объясняет 15% общей дисперсии ряда за 1976-2014 гг.

**Осадки.** Осенью 2014 г. площадь, занятая крупными аномалиями больше 80 перцентиля (рис. 5.4) составила 17%, ниже 20-го перцентиля – 27%. С 1976 г. наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го перцентиля, тренд за период 1976-2014 составляет +2.7%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 19%: тренд значим на уровне 1%) и незначимое уменьшение площади под аномалиями ниже 20-го перцентиля, тренд за период 1976-2014 составляет -1.1%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 3%).



**Рисунок 5.4** – доля площади РФ (в процентах) с крупными сезонными аномалиями осадков, 1936-2014 гг. (осень):

- █ ниже 20-го перцентиля, █ выше 80-го перцентиля,
- █ суммарная площадь с крупными аномалиями обоих знаков.

## ВЫВОДЫ

1. Осень была близка к климатической норме (осредненная по территории РФ сезонная аномалия  $+0.24^{\circ}\text{C}$ ). Очень тепло на северо-востоке страны (осредненная по региону Восточная Сибирь аномалия  $+2.69^{\circ}\text{C}$  - пятая положительная величина в ряду, на большинстве станций северо-востока страны температуры были выше 95-го перцентиля, сезонные аномалии до  $+6^{\circ}\text{C}$ ). Холодно осенью было в центральных и южных районах ЕЧР, в Уральском ФО и на большей части Сибирского ФО.

2. Доля площади территории России, занятая крупными положительными среднесезонными аномалиями температуры (выше 80-го перцентиля), составила 17%, а для областей крупных отрицательных аномалий (ниже 20-го перцентиля) - 15%.

3. Из месяцев сезона следует, прежде всего, отметить **октябрь**, когда было холодно в ЕЧР, и, особенно, в Западной Сибири (осредненная по региону месячная аномалия  $-1.7^{\circ}\text{C}$ ) – октябрь здесь среди восьми самых холодных; и экстремально тепло в Восточной Сибири (осредненная по региону месячная аномалия  $+2.98^{\circ}\text{C}$ ) – октябрь здесь среди четырех самых теплых.

В **сентябре** тепло на большей части ЕЧР (за исключением востока Приволжского ФО) и в восточных районах АЧР (осредненная по региону Восточная Сибирь аномалия составила  $+1.79^{\circ}\text{C}$  – шестая положительная величина в ряду).

На востоке Приволжского ФО и далее в западных районах АЧР холодно, в Новосибирской, Томской, Омской областях аномалия температуры ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ .

В **ноябре** тепло в северных районах ЕЧР (аномалии до  $+4.5^{\circ}\text{C}$ ) и на юге Сибирского ФО, в южных и восточных районах Дальневосточного ФО (особенно на востоке Якутии и на Чукотке: аномалии до  $+10^{\circ}\text{C}$ ).

Температуры ниже климатической нормы наблюдались в южных районах ЕЧР, на Южном Урале, на большей части Западной Сибири, в северных районах Красноярского края и Якутии: аномалии до  $-4^{\circ}\text{C}$ .

4. **Осенью** осадки были умеренно ниже нормы (выпало 92% сезонной нормы). Наблюдался сильный дефицит осадков в ЕЧР (исключая Северо-Кавказский ФО, осредненные по **ЕЧР** осадки 69%: **исторический минимум** в ряду), в районе Байкала, в Приамурье, на Сахалине. Значительный избыток осадков наблюдался в Алтайском крае, в горах Забайкалья, в Магаданской области (120%-150% нормы).

5. Осенью 2014 г. площадь, занятая крупными аномалиями осадков больше 80 перцентиля составила 17%, ниже 20-го перцентиля (дефицит осадков) – 27%.

5. В **сентябре** осредненные по России осадки: 84% нормы - **четвертая** минимальная величина в ряду. Сильный дефицит осадков (20%-80%) наблюдался на большей части ЕЧР (кроме побережья морей Северного Ледовитого океана и Южного и Северо-Кавказского ФО, осредненные по **ЕЧР** осадки 62% нормы – **минимальная величина в ряду** (как и в сентябре 2005 года)). Дефицит осадков (40%-80%) наблюдался в западных районах Западной Сибири, на юге Сибирского ФО, в Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке.

Избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался в Южном и Северо-Кавказском ФО, в среднем течении Оби, в бассейне Лены (более двух норм выпало на ряде станций Забайкалья), на Чукотке, в Приморье.

В **октябре** сильный избыток осадков (две- две с половиной нормы) наблюдался в южных районах Сибири: от Урала до Алтая, захватывая прилегающие северные и восточные территории соседнего Казахстана, на большинстве станций количество выпавших осадков превысило 95-ый процентиль. Осредненные по региону Западная Сибирь октябрьские осадки 143% нормы – исторический максимум; по региону Восточная Сибирь - 137% нормы – четвертая величина в ряду.

Дефицит осадков (80%-40%) в октябре наблюдался в северных районах страны (в Северо-Западном ФО, на севере Уральского, Сибирского и Дальневосточного ФО). В ЕЧР дефицит осадков наблюдался также на юге Центрального ФО и на юге Приволжского ФО.

В **ноябре**: сильный дефицит осадков (80%-20%) наблюдался в ЕЧР (осредненные по ЕЧР осадки 53% нормы - третья минимальная величина в ряду, на многих станциях количество выпавших осадков было меньше 5-го процентиля). Дефицит осадков (80%-40%) наблюдался на юге Сибири (от Алтая до гор Забайкалья), в Амурской области, на севере Якутии, на востоке Чукотки.

Избыток осадков (до полутора – двух норм) в ноябре наблюдался на севере Архангельской области и в республике Коми, а также на большей части АЧР (особенно в низовьях Оби и Енисея, в горах Забайкалья, вдоль побережья морей Тихого океана).

6. В целом по России линейный тренд осенней температуры воздуха за период 1976-2014 гг. составил  $+0.50^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 26%, что значительно выше, чем в среднем для суши Северного полушария ( $+0.35^{\circ}\text{C}/10$  лет. дисперсия ряда 69%). Основные тенденции климатических изменений температуры в осенний сезон: температуры растут на всей территории страны; наиболее значительный рост наблюдается в Среднем Поволжье и на Южном Урале, в Восточной Сибири ( $+0.6^{\circ}\text{C}$  -  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет). В полосе от Обской губы до Байкала рост температуры минимальный.

Наиболее значительное увеличение температуры происходит в октябре – тренд от  $+0.4^{\circ}\text{C}$  до  $+1.3^{\circ}\text{C}/10$  лет на всей территории страны, а также в ноябре – в Восточной Сибири от  $+0.6^{\circ}\text{C}$  до  $+1.7^{\circ}\text{C}/10$  лет.

В ноябре в полосе от Северного Урала до Байкала тренд температуры отрицательный (до  $-0.6^{\circ}\text{C}/10$  лет).

Региональные средние осенние температуры с конца 1970 г. растут во всех регионах, но во всех регионах, начиная с 2000-х, заметно замедление роста температуры.

7. Тренд осенних сумм осадков для России в целом положителен: составляет  $+1.9\%/10$  лет, объясняет 8% межгодовой изменчивости.

Рост осадков осенью происходит в регионе Средняя Сибирь (тренд  $+3.6\%/10$  лет объясняет 17% изменчивости ряда), В Прибайкалье и Забайкалье ( $+3.2\%/10$  лет, 5%), в Восточной Сибири ( $+5.4\%/10$  лет, 18%) и Дальневосточном ФО ( $+3.5\%/10$  лет, 18%). В остальных регионах вклад тренда в общую изменчивость осадков

незначителен.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

# Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь

## ОСЕНЬ 2014



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении<sup>\*</sup> приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) осенью 2014 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1).

**Таблица 1.**

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	Высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Могилев	26863	53.90	30.30	180
4	Брест	33008	52.10	23.70	144
5	Пинск	33019	52.10	26.10	144
6	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
7	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2013 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Осреднение по регионам выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное»

<sup>\*</sup> Материалы подготовлены в ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН с использованием данных НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячеечных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

Аналогичным образом, по данным о станционных «нормах» (средних многолетних за базовый период) рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений).

### СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ОСЕНЬЮ 2014 г.

В таблицах 2 и 3 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого осеннего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.

**Осенью** (рис. 1) на всех станциях республики (кроме Василевичей) аномалии температуры были выше нормы, аномалии от  $-0.07^{\circ}\text{C}$  (в Василевичах) до  $+1.13^{\circ}\text{C}$  (в Бресте). Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры  $+0.55^{\circ}\text{C}$  – 29-ая положительная величина в ряду.

**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси осенью 2014 г.

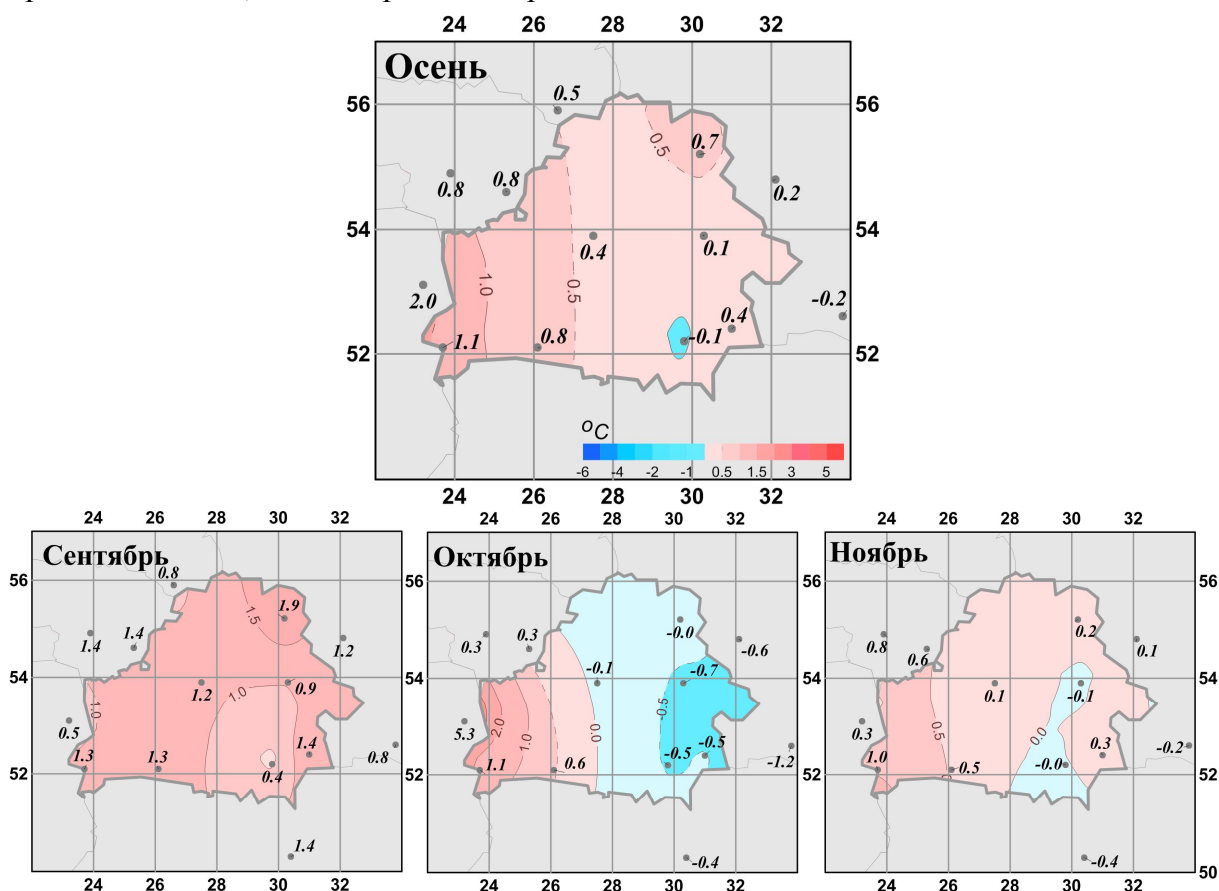
	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<b>Осень</b>	<b>6.20</b>	<b>6.67</b>	<b>5.90</b>	<b>9.03</b>	<b>8.03</b>	<b>6.77</b>	<b>7.13</b>
Сентябрь	12.9	12.9	12.5	14.4	13.9	12.8	14.0
Октябрь	5.6	6.2	5.1	9.0	7.8	6.3	6.2
Ноябрь	0.1	0.9	0.1	3.7	2.4	1.2	1.2
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<b>Осень</b>	<b>0.69</b>	<b>0.41</b>	<b>0.06</b>	<b>1.13</b>	<b>0.79</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.41</b>
Сентябрь	1.93	1.17	0.95	1.32	1.34	0.36	1.44
Октябрь	-0.01	-0.08	-0.70	1.06	0.55	-0.54	-0.47
Ноябрь	0.16	0.14	-0.08	1.00	0.47	-0.02	0.25

Сентябрь теплый месяц в сезоне, аномалии от  $+0.36^{\circ}\text{C}$  (в Василевичах) до  $+1.93^{\circ}\text{C}$  (в Витебске).



В октябре тепло было в западных районах республики (аномалии до  $+1.06^{\circ}\text{C}$  (такая аномалия осуществилась в Бресте)), в восточных - температура была ниже климатической нормы (в Могилеве аномалии температуры составила  $-0.7^{\circ}\text{C}$ ).

В ноябре на большей части республики аномалии температуры по модулю не превышали  $0.5^{\circ}\text{C}$ , лишь в Бресте ноябрьская аномалия составила  $+1.00^{\circ}\text{C}$ .



**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) приземного воздуха на территории республики Беларусь осенью 2014 г.

*Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны станционные экстремумы – выше 95-го перцентиля*

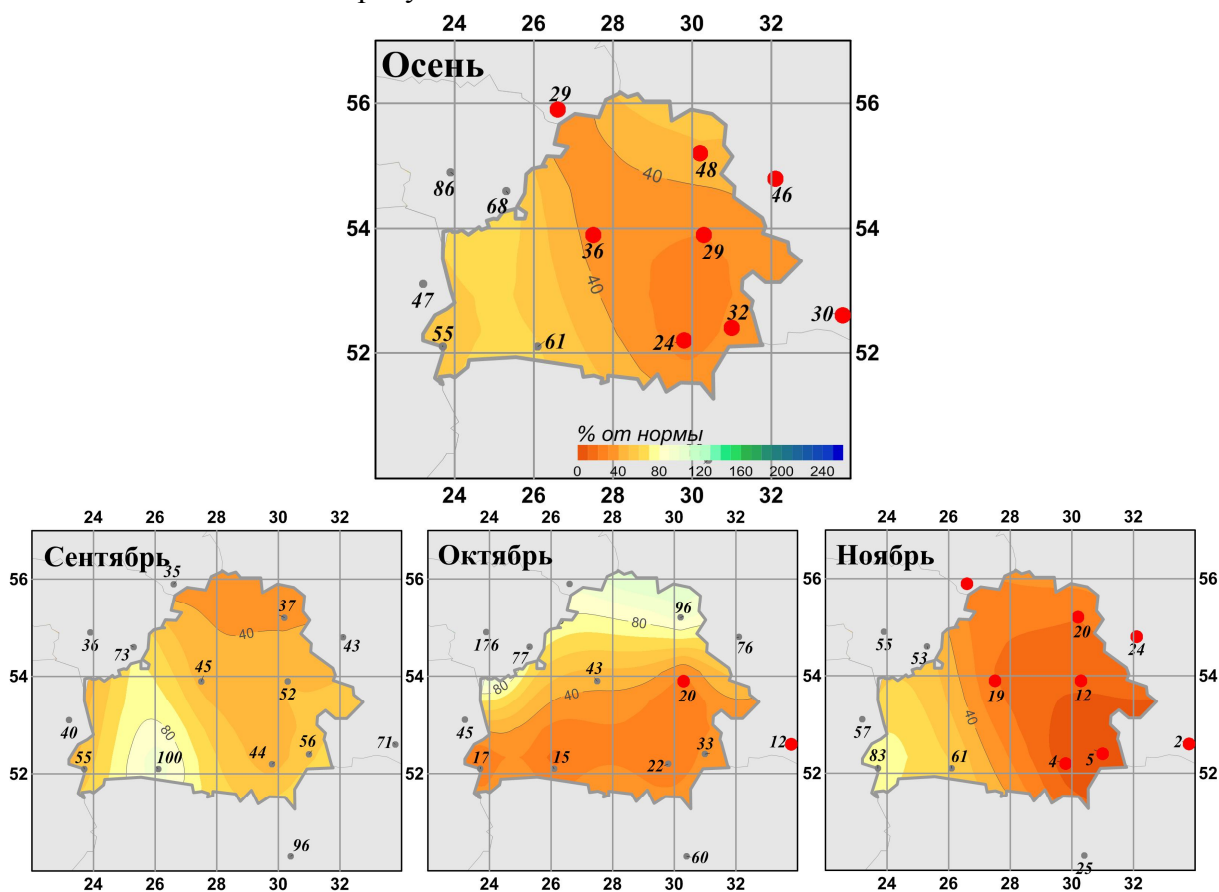
**Осенью** (рис. 2) осредненные по территории республики осадки составили 41% сезонной нормы – минимальная величина в ряду, на большинстве станций (на всех кроме Бреста и Пинска) количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля.

В сентябре на большей части республики осадков выпало меньше нормы (от 37% нормы в Витебске (на севере) до 56% в Гомеле (на востоке)), лишь в Пинске (на юге республики) количество выпавших осадков соответствовало климатической норме.

В октябре на всей территории республики осадков выпало ниже нормы (от 15% нормы в Пинске до 96% нормы в Витебске), в Могилеве (20% нормы) - количество выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля.

В ноябре на всей территории республики осадков выпало меньше нормы (от 4% нормы – в Василевичах до 83% нормы – Бресте), в восточных районах на всех станциях количество выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля. Осредненные по

территории республики ноябрьские аномалии осадков: -35.3 мм/месяц – третья минимальная величина в ряду.



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь осенью 2014 г.  
 Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.  
 Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го процентиля

**Таблица 3**

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси осенью 2014 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>							
<i>Осень</i>	27.0	19.0	14.3	24.3	28.7	11.0	14.3
Сентябрь	24	27	28	28	53	22	27
Октябрь	46	20	9	6	7	9	14
Ноябрь	11	10	6	39	26	2	2
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Осень</i>	-28.9	-34.2	-34.7	-19.9	-18.6	-35.2	-30.6
Сентябрь	-40.8	-33.2	-26.2	-23.2	0.2	-27.7	-20.9
Октябрь	-2.1	-26.9	-35.7	-28.8	-39.6	-31.4	-28.9
Ноябрь	-43.9	-42.4	-42.1	-7.8	-16.4	-46.5	-41.9
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>							
<i>Осень</i>	48	36	29	55	61	24	32

Сентябрь	37	45	52	55	100	44	56
Октябрь	96	43	20	17	15	22	33
Ноябрь	20	19	12	83	61	4	5

**Таблица 4**

Осредненные аномалии температуры и осадков по территории республики Беларусь за осенний сезон и в отдельные месяцы сезона.

	$\nu T_{2014}$	s	$\nu R_{2014}$	s
<b>Осень</b>	<b>0.55</b>	<b>0.92</b>	<b>-29.1</b>	<b>12.7</b>
Сентябрь	1.10	1.40	-27.0	26.4
Октябрь	0.31	1.46	-24.0	23.5
Ноябрь	0.25	1.88	-35.3	16.3

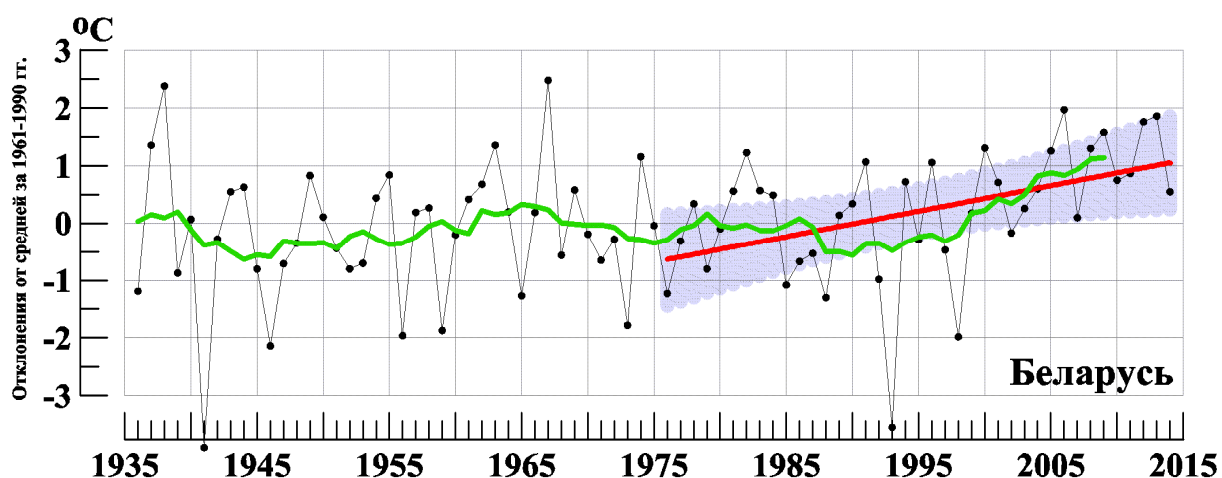
**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2014}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\nu R_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), s ( $^{\circ}\text{C}$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2014 гг. в среднем по Республике Беларусь

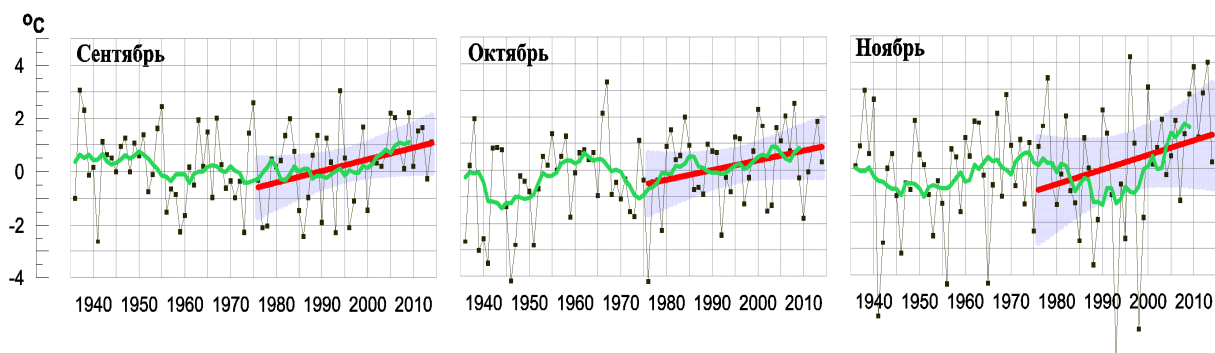
Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2014}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2014}$ %	$b_{1976-2014}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2014}$ %
<b>Осень</b>	<b>0.44</b>	<b>20</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>
Сентябрь	0.43	12	-4.2	3
Октябрь	0.36	8	3.9	3
Ноябрь	0.54	6	1.8	1

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2014 гг.

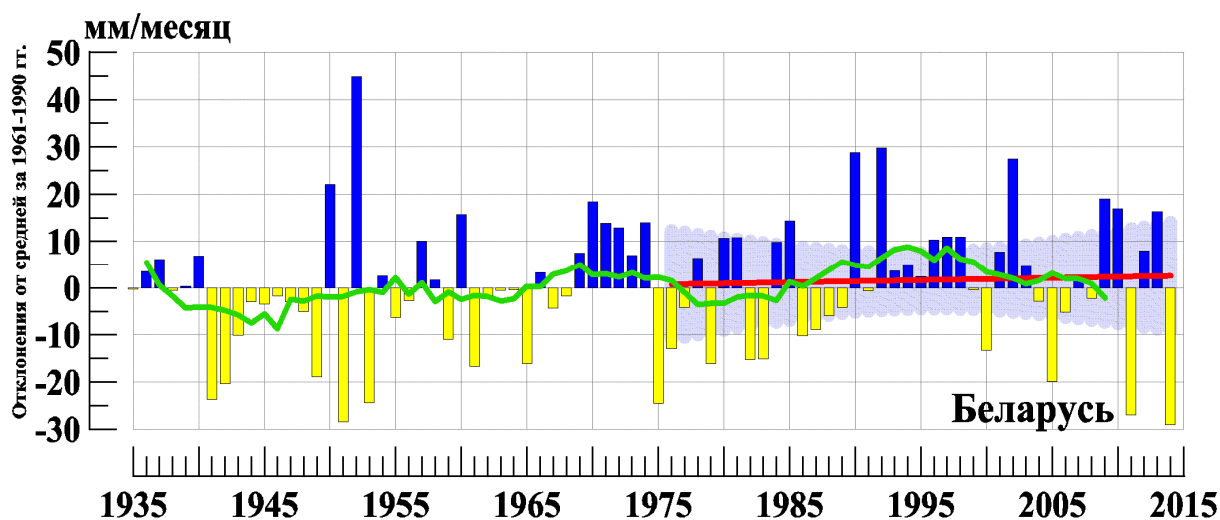


**Рисунок 3** - Сезонные (сентябрь - ноябрь) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

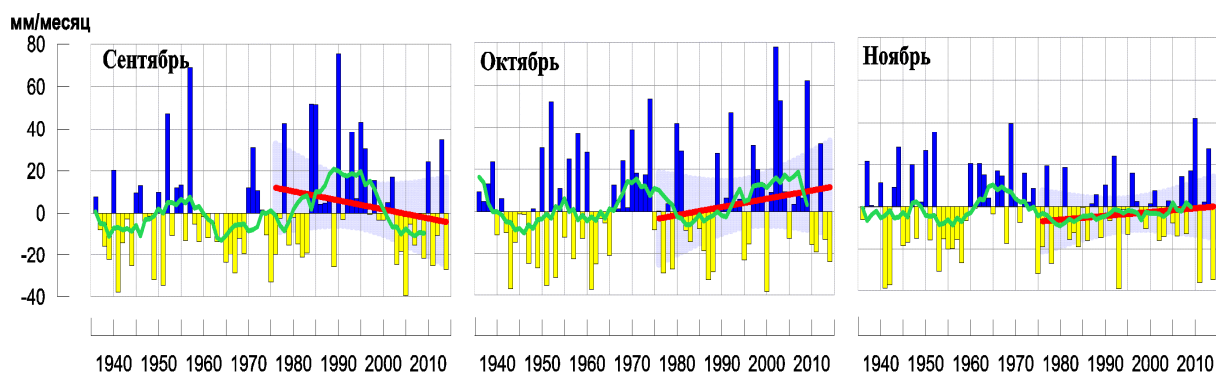
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2014 гг.



**Рисунок 4** - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.  
Условные обозначения см. на рисунке 3.



**Рисунок 5** - Сезонные (сентябрь - ноябрь) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.  
Условные обозначения см. на рис. 3



**Рисунок 6** - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.  
Условные обозначения см. на рисунке 3.

Тренд осенних температур, в среднем по территории Беларуси, составил

+0.44°C/10 лет (ответствен за 20% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольшее потепление наблюдается в ноябре: +0.54°C/10 лет (ответствен за 6% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил +0.5 мм/месяц/10 лет. Вклад трендов осадков в суммарную изменчивость за сезон и за все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости. В сентябре осадки убывают, в октябре (особенно) и в ноябре осадки возрастают.

## **ВЫВОДЫ**

1. Осень в Беларуси было умеренно теплым, осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры +0.55°C. Аномалии на станциях по модулю не превышали 1°C (кроме станции Брест с аномалией +1.13°C). Наиболее теплым был сентябрь, осредненная по территории республики сентябрьская аномалия температуры +1.10°C.

2. В среднем по Беларуси осадки составили 41% нормы (-29.0 мм/месяц) – минимальная величина в ряду. на большинстве станций (на всех кроме Бреста и Пинска) количество выпавших осадков меньше 5-го перцентиля. Во все месяцы сезона наблюдался дефицит осадков.

Осредненные по территории республики сентябрьские, октябрьские, ноябрьские аномалии осадков: -27.0 мм/месяц, -24.0 мм/месяц, -35.3 мм/месяц: 7-ая, 13-ая и 1-ая минимальная величина в упорядоченном по возрастанию ряду.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил 0.44°C/10 лет, ответствен за 20% дисперсии), так и в отдельные осенние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в ноябре: тренд составил +0.54°C/10 лет (ответствен за 6% дисперсии ряда).

В целом для Беларуси отмечается слабая тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 0.5 мм/месяц/10 лет, рост осадков отмечается в октябре и ноябре, в сентябре отмечается уменьшение осадков. За сезон в целом и во все месяцы осени тренд осадков не значим даже на 5%-ом уровне значимости.